

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-017801

(43)Date of publication of application : 17.01.2003

(51)Int.Cl.

H01S 5/0683

(21)Application number : 2001-202700

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 03.07.2001

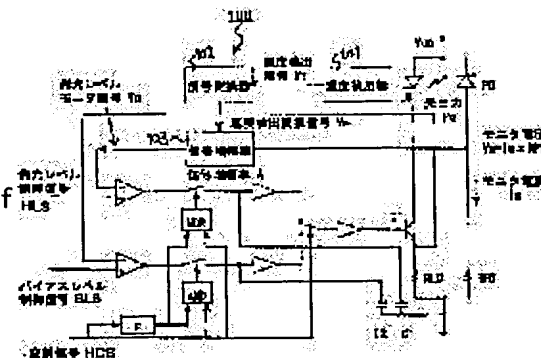
(72)Inventor : OMORI JUNJI

(54) SEMICONDUCTOR LASER CONTROLLER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor laser controller that controls a semiconductor laser to output laser light at a high speed with high accuracy, even when the electric characteristics of a semiconductor laser LD may fluctuate due to temperature changes.

SOLUTION: This semiconductor laser controller 100 has a signal amplifier 103 which amplifies monitor signals, a current drive section which switches the forward currents of the semiconductor laser LD for light emission and light extinction to each other based on a modulation signal HCS, and two systems of sample hold circuits for peak and bottom, which respectively hold the emission level and extinction level of the light output of the laser LD. This controller 100 also has a control means which controls the control timing of the sample holding operations of the sample and hold circuits when the modulation signal HCS becomes the same state for a continuous fixed period, a temperature detector 101 which detects the temperature at the periphery of the laser LD and outputs the temperature detecting signal V_t corresponding to the detected temperature, and a signal converter 102 which converts the temperature detecting signal V_t into a level correction signal. The controller 100 corrects the variation of a monitor current caused by temperature changes, based on the output signal of the converter 102.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

【請求項6】 前記温度検出信号の変化に比例した割合だけ、前記バイアス信号を補正することを特徴とする請求項4に記載の半導体レーザ制御装置。

【請求項7】 半導体レーザと、半導体レーザの光出力に於いてモニタ信号を出力する受光素子と、前記半導体レーザの発光レベルを制御する発光制御信号と前記モニタ信号とが等しくなるように前記半導体レーザの順方向電流を制御する第一の誤差増幅部と、を有する第一の光・電気負帰還ループと、

前記半導体レーザの駆動トランジスタのコネクタに当該半導体レーザを、ベースに当該半導体レーザの順方向電流信号を、エミッタに抵抗を接続し、当該半導体レーザの消光時のエミッタ電位がバイアスレベル制御電圧と等しくなるように当該半導体レーザの順方向電流を制御する第二の誤差増幅部を有する第二の光・電気負帰還ループと、

前記モニタ信号を増幅する信号増幅器と、前記信号により前記半導体レーザの発光、消光の順方向電流を切り替える電流駆動部と、

前記第一および第二の各誤差増幅部出力から得られる光出力の発光レベル値と消光レベル値をホールドするピークとポトムとの2系統のサンプルホールド回路と、前記サンプルホールド回路のサンプルホールド制御タイミングを、前記変調信号が連続した一定期間内を一定となる場合に制御をおこなう制御手段と、温度に対応した発光レベル値を出力する温度検出器と、温度検出信号を出力する温度検出器と、前記温度検出器の温度検出信号とバイアスレベル制御信号とを対応させたデータテーブルと、前記温度検出器からの入力信号に基づいて前記データテーブルから対応するバイアスレベル制御信号を出力し、前記バイアスレベル制御信号を補正することを特徴とする半導体レーザ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】
【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体レーザ制御装置に関し、特に、レーザプリンタ、デジタル複写機、光ディスク装置、光通信装置等の光源として用いられる半導体レーザを駆動制御する半導体レーザ制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、半導体レーザはきわめて小型であり、かつ駆動電流により高速に直接変調を行うことができるので、近年レーザプリンタ等の光源として広く用いられている。しかし、半導体レーザの駆動電流と光出力との関係は、温度により著しく変化するので、半導体レーザの光強度を所望の値に設定しようとする場合に問題となる。そこで本問題を解決し、半導体レーザの利点を活かすため、従来知らぬAPC (Automatic Power Control) 回路が提案されている。

【請求項8】 半導体レーザの光出力に於いてモニタ信号を出力する受光素子と、前記半導体レーザの発光レベルを制御する発光制御信号と前記モニタ信号とが等しくなるように前記半導体レーザの順方向電流を制御する第一の誤差増幅部と、を有する第一の光・電気負帰還ループと、
前記半導体レーザの駆動トランジスタのコネクタに当該半導体レーザを、ベースに当該半導体レーザの順方向電流信号を、エミッタに抵抗を接続し、当該半導体レーザの消光時のエミッタ電位がバイアスレベル制御電圧と等しくなるように当該半導体レーザの順方向電流を制御する第二の誤差増幅部を有する第二の光・電気負帰還ループと、
前記モニタ信号を増幅する信号増幅器と、
前記信号により前記半導体レーザの発光、消光の順方向電流を切り替える電流駆動部と、
前記第一および第二の各誤差増幅部出力から得られる光出力の発光レベル値と消光レベル値をホールドするピークとポトムとの2系統のサンプルホールド回路と、
前記サンプルホールド回路のサンプルホールド制御タイミングを、前記変調信号が連続した一定期間内を一定となる場合に制御をおこなう制御手段と、
温度に対応した発光レベル値を出力する温度検出器と、
温度検出信号を出力する温度検出器と、
前記温度検出器の温度検出信号とバイアスレベル制御信号とを対応させたデータテーブルと、
前記温度検出器からの入力信号に基づいて前記データテーブルから対応するバイアスレベル制御信号を出力し、前記バイアスレベル制御信号を補正することを特徴とする半導体レーザ制御装置。

このAPC回路の一例として、例えば、特開平11-298079号公報に開示される技術が挙げられる。

【0003】 APC回路2は、次に示す3つの方式が存在する。

①半導体レーザの光出力を受光素子によりモニタし、受光素子に発生する光出力信号に基づくモニタ電流に比例する信号と発光レベル値信号とが等しくなるように、常時、光・電気負帰還ループにより半導体レーザの順方向電流を制御する方式である。この方式により、半導体レーザの光出力を所望の値に設定することができる。

【0004】 ②半導体レーザの光出力を受光素子によりモニタし、パワー設定時間内では発光レベル値信号を光出力に基づくモニタ電流に比例した信号とが等しくなるように、光・電気負帰還ループにより半導体レーザの順方向電流を制御し、パワー設定時間外では、パワー設定時間内に設定した半導体レーザ順方向の電流をサンプルホールド回路により保持し、光出力を所望の値に設定するとともに、順方向電流を変調信号に基づいて変調する方式である。この方式により、半導体レーザを変調信号を用いて点灯、消灯させることができる。

【0005】 ③半導体レーザの温度を測定し、その測定した温度信号により半導体レーザの順方向電流を制御したり、半導体レーザの温度を一定になるように制御する方式である。この方式により、半導体レーザの光出力を所望の値に制御できる。

【0006】 半導体レーザの光出力として所望の値を得るためには①の方式が望ましい。しかし、受光素子の応答速度や光・電気負帰還ループを構成する素子の動作速度などの限界が生じる。

【0007】 ②の方式では、上記に示す①の方式における不具合は発生せず、半導体レーザの高速変調が可能となる。但し、本方式では、半導体レーザの光出力の常時制御を行っているわけではなく、外乱などにより容易に光出力が変動してしまう。また外乱として半導体レーザのドゥループ特性があり、光出力に数%の誤差を生じてしまう。なお、この点を改良した方式として特開平2-205086号公報に開示される技術がある。

【0008】 なお、レーザの発光パワーを制御する際、レーザの発光状態を受光素子によりモニタし、受光素子の出力信号、すなわちモニタ電流を電流-電圧変換回路により電圧信号に変換し、その電圧信号をレーザ駆動制御回路にフィードバックしてレーザが適正なパワーで発光するように制御し、パルス発光時におけるフォトダイオードの出力信号の波形なまりの補償を行う一例として、特開平5-121805号公報に開示される技術も知られている。

【0009】 ここで、この様な従来技術の例を示す。図21は、従来技術の光・電気負帰還ループで構成される半導体レーザ制御装置の構成例を示した図である。半導体レーザ制御装置2100は、第一の光・電気負帰還ループ

ープと、第二の光・電気負帰還ループとを有する。

【0010】 第一の光・電気負帰還ループは、半導体レーザLEDと半導体レーザの光出力の一部をモニタする受光素子PDから得られる半導体レーザLEDの発光時の光出力に比例したモニタ信号V_pと、発光レベル制御信号H_LSとを同等の値に設定可能となり、モニタ信号V_pの振幅補償を行い光出力制御の安定性や精度を高く設定することができる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の技術では以下の問題点があった。すなわち、従来では、レーザの発光レベルをモニタする際に、レーザの発光状態をモニタする受光素子（フォトダイオード等）の出力信号であるモニタ電流を、電流-電圧変換し、その電圧信号をレーザ駆動制御回路にフィードバックさせている。ここで、光出力制御を高精度に行うためには、モニタ電流の出力は、フィードバック時に信号比較の対象となる発光レベル制御信号H_LSと比較制御を行い、適正な出力値を得られることが望ましい。

【0016】 一方、近年レーザプリンタやデジタル複写機などの画像形成装置において、光源として用いられる半導体レーザは、画像の高密度化に伴いビームスポット径の微小化が望まれ、いいてはその手段として短波長半導体レーザのニーズが高まっている。

【0017】 また半導体レーザのモニタ電流は、異なる波長の半導体レーザにおけるモニタ信号（電圧値）と比較した場合、780nm帯の赤外線半導体レーザに比べて、650nm帯の赤外線半導体レーザのモニタ電流は小さくなる傾向が見られる。よって、受光素子端子に直列に抵抗を接続し、モニタ電流を電圧に変換してモニタ信号を電圧値として検出する場合、650nm帯の赤外線半導体レーザのモニタ電圧は、780nm帯の赤外線半導体レーザのモニタ電圧に比べて小さく、モニタ電流同様にモニタ信号において短波長時にモニタ信号値の低減が認められる。

30

【0018】 この半導体レーザの波長の違いによる受光素子のモニタ信号の出力値低減は、光・電気負帰還ループでモニタ信号と発光レベル制御信号H_LSとの変動増幅により光出力を制御する系では、モニタ信号が微小な値となることにより、例えば短波長半導体レーザで一定の発光を行う場合に、発光レベル制御信号H_LSが微小な値で制御することとなる。したがって、光出力を可変する場においてモニタ信号と発光レベル制御信号H_LSのレベルに差異が生じて発光制御の精度が低下するとともに、微小信号ゆえにモニタ信号や発光レベル制御信号H_LSへのノイズ電圧等により光出力制御が精度良くできなくなる。

【0019】 そこで、短波長半導体レーザのようにモニタ電流が微小な値を有する半導体レーザの場合において、光出力制御を安定して精度良く出力する手法として、モニタ信号増幅器を構成しモニタ電流の微小信号を増幅して制御する手法がある。

【0020】 また半導体レーザにおいてはその電気的持

【0014】 したがって、短波長レーザのようにモニタ電流値が小さく、その結果モニタ信号V_pも微小な値となる場合において、モニタ信号V_pの電圧値を増幅することができ、更に発光レベル制御信号H_LSのレベル

【0020】 また半導体レーザにおいてはその電気的持

のモニタ電圧→103×0.1×10-3=0.1 [V]となる。

【0044】よって、出力を制御するためにモニタ信号と比較を行う発光レベル制御信号HLSのレベルが半導体レーザ制御装置300にて一定のレベル値であるとき、780nmの半導体レーザに対して650nmの半導体レーザは1/5精度での制御が行えないうことになる。またモニタ電圧値の幅値が0.1Vと低くなるため、ノイズ重畳の影響も受けやすく、制御も不安定となりやすい。

【0045】そこで、半導体レーザ制御装置300は、650nmの半導体レーザのモニタ電圧を780nmのモニタ電圧と同等なるように、信号増幅器（オペアンプ）により増幅することで、上記の不具合を改善する。

【0046】よって図3に示したオペアンプによる増幅回路の信号増幅率の式(1)より、 $5 = (R2/R1) \rightarrow R2 = 5 \times R1$ 、すなわち、 $R2 = 5 \times R1$ とすることにより、短長さ650nmの半導体レーザにおいて780nmの半導体レーザと同等の精度、安定性での出力制御が可能となる。

【0047】実施の形態2では温度検出器301から出力される温度検出信号Vtは、信号変換器302により温度検出信号Vtに変換され温度検出信号Vtによりオペアンプの信号増幅率を複数個の抵抗を切替えて信号増幅率をR2/R1A、R2/R1B、R2/R1Cの3種類に切り替えて制御を行う。

【0048】ここで、信号増幅率の切替動作について図4および図5を用いて説明する。図4は、信号増幅率Aの切替動作を示す図である。実施の形態2では、しきい値をLDの通常使用温度と2としたときにTth1とTth2の2種類設定し、温度がTth1より低い場合には信号増幅率はAth1と設定し、温度がTth2より高い場合には信号増幅率はAth2と設定する。

【0049】図5は、図2とは同様の図であるが、温度T1-T2間にTth1、T2-T3間にTth2を下の場合は信号増幅率Ath1=Vm2/Vm1、Ath2(<1)、Ath1-1mth2の場合にはAth2=1と設定するよう信号増幅率を構成することによりしきい値温度から外れた場合の出力を、温度T1の場合はP1→P1'に、温度T3の場合はP3→P3'のように補正を簡単な構成で行うことができる。

【0050】しきい値電流Ith1、Ith2は、LDの通常使用範囲の中心温度を基準として(T2とする)、プラスおよびマイナス方向への変動成分が最大と

なるモニタ電圧設定範囲で均等割合となるように設定すること、出力の振幅誤差を精度良く制御が可能となる。なお上記のしきい値電圧設定は実際に組み込みを行った後に測定を行い、測定値を基として設定する。

【0051】以上説明したように、半導体レーザ制御装置300は、モニタ電圧を電圧-電圧変換して得られるモニタ信号とその信号変換器302と、温度検出器301と温度検出信号を発光レベル制御信号HLSのレベルに補正する機能を有する信号変換器302で構成され、信号変換器302として半導体電圧増幅率、一定倍率変換を有するスレッショルドレベルで区切り、一定倍率変換することにより、温度変化に伴うモニタ電流効率の変化に対応して出力値の変動をスレッショルドレベルの分解能で低減でき、LDの温度変化だけでなく経時・分解能で低減でき、LDの温度変化だけでなく経時・

出力信号 = $(R4/R3) \cdot (V_e - V_m)$... (2)

【0054】抵抗比を固定としたとき、温度検出信号Vtが出力信号に影響する。例えばモニタ電圧が0.1V程度の微小な値をなし、 $R4=3 \times R3$ が成立する場合、温度検出信号Vtが0.2V、0.5V、1.0Vのときの出力信号はそれぞれ0.0、0.3V、0.7Vとなる。よって温度検出信号Vtとオペアンプの信号増幅率を決定する抵抗の組み合わせにより所望の出力を得ることが可能となる。

【0055】ここで、信号増幅率の動作について図7および図8を用いて説明する。図7は、温度-信号増幅率の相関を説明した図である。実施の形態3では、LDの通常使用温度をT2としたときに、信号増幅率を温度に反比例する形で設定するものである。図7に示したように、温度検出器301からの温度検出信号Vtと信号変換器302の信号増幅率の関係をあらかじめ測定しておくことにより初期設定を行い、そのデータを保存しておく入力信号に応じて信号制御を行う。

【0056】例えば温度T1、T2、T3のそれぞれのときの出力をP2となるように温度検出信号Vtを任意に設定し、温度検出信号Vtとの変換関係を信号変換器に設定することにより、任意の温度において同じ出力が得られる。

【0057】図8は、実施の形態3の半導体レーザ装置において、補正前と補正後のモニタ電圧-出力特性および発光レベル-モニタ電圧-出力の関係を示した図である。実施の形態3では、温度T2で出力P2を基準値としており、図7に示した補正関数により温度T1のとき信号増幅率A1=Vm2/Vm1、T2のときA2=1、T3のときVm2/Vm3と、いずれの場合も補正後は出力P2となるように設定される。

【0058】以上説明したように、半導体レーザ制御装置300は、モニタ電圧を電圧-電圧変換して得られるモニタ信号とその信号変換器302と、温度検出器301と温度検出信号を発光レベル制御信号HLSのレベルに補正する機能を有する信号変換器302で構成され、信号変換器302として半導体電圧増幅率、一定倍率変換を有するスレッショルドレベルで区切り、一定倍率変換することにより、温度変化に伴うモニタ電流効率の変化に対応して出力値の変動をスレッショルドレベルの分解能で低減でき、LDの温度変化だけでなく経時・

*変化の場合にも、安定した高精度の出力制御が可能となる。

【0052】実施の形態3、図6は、実施の形態3の半導体レーザ制御装置の構成例を示した図である。半導体レーザ制御装置300は、信号増幅器としてオペアンプを構成し、温度検出信号Vtの振幅値によりオペアンプの出力値制御を行う。

【0053】半導体レーザ制御装置300は、図示したように、差動増幅型のオペアンプを備え、オペアンプの正相に温度検出信号Vtを、負相にモニタ電圧(Vm) = $(R2/R1) \cdot V_e$ を、入力した差動増幅器を構成しており、次式(2)に示す出力信号を増幅される。

【0054】抵抗比を固定としたとき、温度検出信号Vtが出力信号に影響する。例えばモニタ電圧が0.1V程度の微小な値をなし、 $R4=3 \times R3$ が成立する場合、温度検出信号Vtが0.2V、0.5V、1.0Vのときの出力信号はそれぞれ0.0、0.3V、0.7Vとなる。よって温度検出信号Vtとオペアンプの信号増幅率を決定する抵抗の組み合わせにより所望の出力を得ることが可能となる。

【0055】ここで、信号増幅率の動作について図7および図8を用いて説明する。図7は、温度-信号増幅率の相関を説明した図である。実施の形態3では、LDの通常使用温度をT2としたときに、信号増幅率を温度に反比例する形で設定するものである。図7に示したように、温度検出器301からの温度検出信号Vtと信号変換器302の信号増幅率の関係をあらかじめ測定しておくことにより初期設定を行い、そのデータを保存しておく入力信号に応じて信号制御を行う。

【0056】例えば温度T1、T2、T3のそれぞれのときの出力をP2となるように温度検出信号Vtを任意に設定し、温度検出信号Vtとの変換関係を信号変換器に設定することにより、任意の温度において同じ出力が得られる。

【0057】図8は、実施の形態3の半導体レーザ装置において、補正前と補正後のモニタ電圧-出力特性および発光レベル-モニタ電圧-出力の関係を示した図である。実施の形態3では、温度T2で出力P2を基準値としており、図7に示した補正関数により温度T1のとき信号増幅率A1=Vm2/Vm1、T2のときA2=1、T3のときVm2/Vm3と、いずれの場合も補正後は出力P2となるように設定される。

【0058】以上説明したように、半導体レーザ制御装置300は、モニタ電圧を電圧-電圧変換して得られるモニタ信号とその信号変換器302と、温度検出器301と温度検出信号を発光レベル制御信号HLSのレベルに補正する機能を有する信号変換器302で構成され、信号変換器302として半導体電圧増幅率、一定倍率変換を有するスレッショルドレベルで区切り、一定倍率変換することにより、温度変化に伴うモニタ電流効率の変化に対応して出力値の変動をスレッショルドレベルの分解能で低減でき、LDの温度変化だけでなく経時・

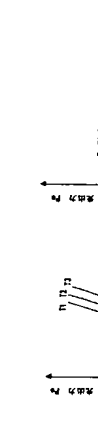
【図9】

温度 [°C]	0~10	10~20	20~30	30~40	40~50
温度検出信号 [V]	0~0.1	0.1~0.2	0.2~0.3	0.3~0.4	0.4~0.5
信号増幅率	1.2	1.1	1	0.9	0.8

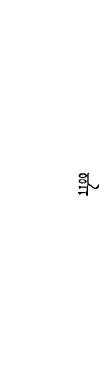
【図10】



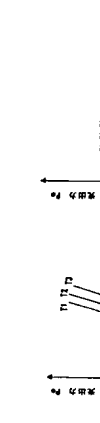
【図12】



【図11】



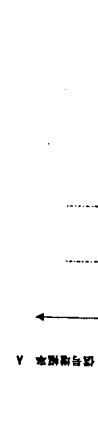
【図13】



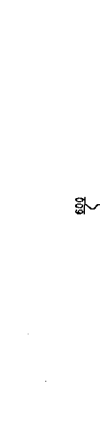
【図14】



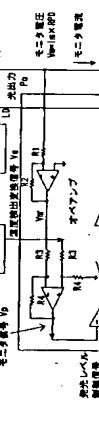
【図4】



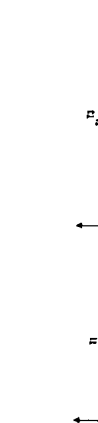
【図6】



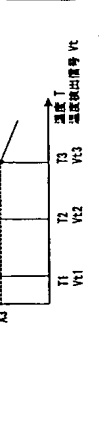
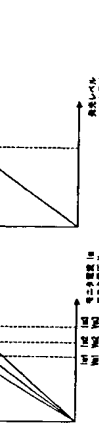
【図5】



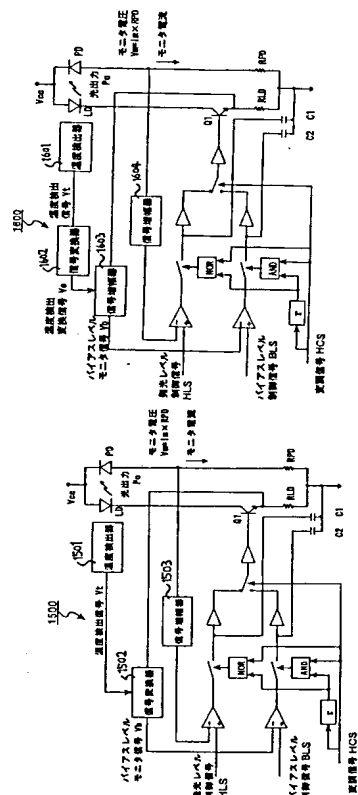
【図8】



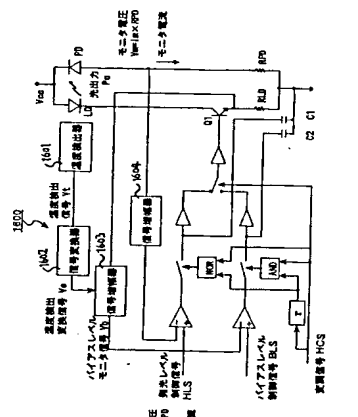
【図7】



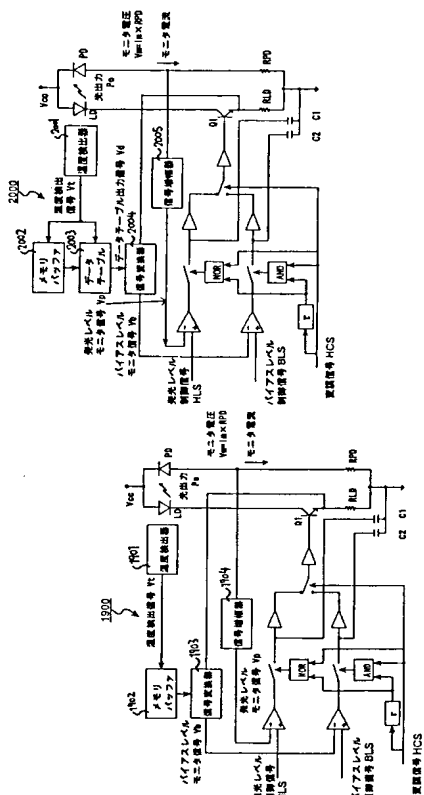
【图 15】



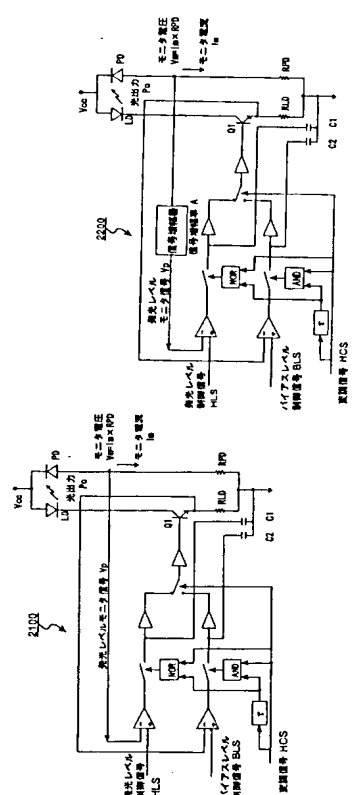
【図16】



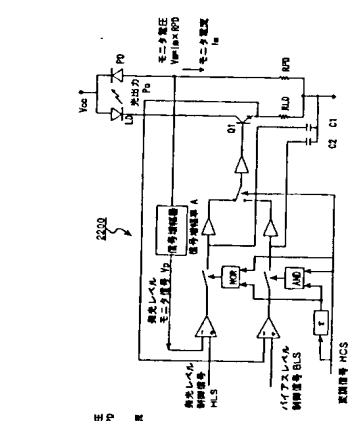
【61】



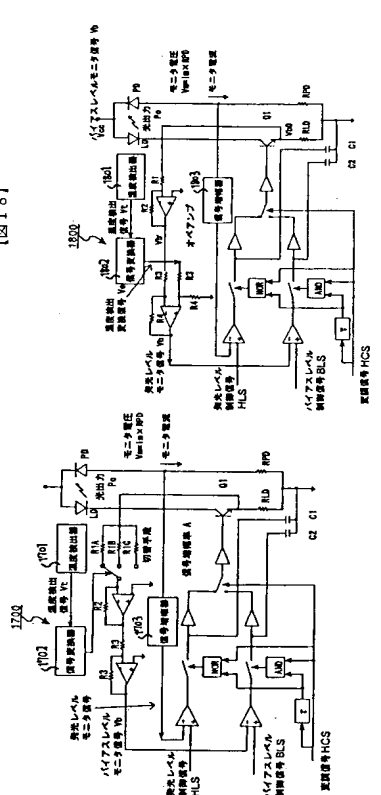
【图21】



【22】



【图17】



【图18】

